

Capital colaborativo socio-técnico e innovación antigraffiti*

ANTONIO ARELLANO HERNÁNDEZ**

Resumen: *En este texto se aborda la relación entre innovación y colaboración socio-técnica. Se ponen en tensión las categorías capital social e innovación con los resultados empíricos de observaciones etnográficas sobre el trabajo de un grupo de investigación en física aplicada para mostrar las vicisitudes por las que pasa el desarrollo de una red socio-técnica. Los resultados permiten apreciar el valor de la colaboración de los interesados en desarrollar una investigación científico-tecnológica que culminó en la introducción de un antigraffiti al mercado, y su aprendizaje, que permanece como valor socio-técnico.*

Abstract: *This text explores the link between innovation and socio-technical collaboration. The categories of social capital and innovation are compared with the empirical results of ethnographic observations on the work of an applied physics research group in order to show the ups and downs involved in the development of a socio-technical network. The results show the value of collaboration between the actors involved in undertaking scientific and technological research, which culminated in the launching of an antigraffiti onto the market, and learning, which remains as a socio-technical value.*

Palabras clave: capital social, capital colaborativo, antigraffiti, innovación tecno-científica, etnografía de laboratorios, redes socio-técnicas.

Key words: social capital, collaborative capital, antigraffiti, techno-scientific innovation, ethnography of laboratories, socio-technical networks.

La noción de *valor social*, derivada de la acción de los colectivos que subyace en las definiciones de la contemporánea noción de *capital social*, es antigua en las ciencias sociales. Mencionaremos sólo algunas de las más clásicas. La tesis marxista del *valor económico* se explicaba por la plusvalía que ocurre en el proceso de trabajo de la es-

* Este trabajo contó con financiamiento Conacyt, a través del proyecto “Etnografía de la investigación en física aplicada en México: el caso de la Red Socio-técnica Asociada al Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada” (clave S41385) y del proyecto “Redes de conocimiento y aprendizaje interactivo. El papel del capital social en el desarrollo regional”. Responsable: Rosalba Casas Guerrero. Clave: IN303903-PAPIIT-IIS-UNAM. Parte del material empírico se obtuvo en colaboración con Laura María Morales Navarro y Rubén Martínez, como becarios del Conacyt.

** Doctor en antropología por la Université Laval. Profesor-investigador del Instituto de Estudios sobre la Universidad de la Universidad Autónoma del Estado de México. Paseo Tollocan Poniente, No. 1402, Cerro de Coatepec, Ciudad Universitaria, C.P. 50110, Toluca, Estado de México. Teléfonos y fax: +52 (722) 214-53-51 y 283-15-16. Correo electrónico: <aah@uaemex.mx>.

estructura económica, de la que se levanta la superestructura social (Marx, 1978). La noción que tiene Durkheim de sociedad se relaciona con ciertas condiciones de la división social del trabajo, de la conciencia colectiva y, por lo tanto, de la solidaridad social; así, de acuerdo con sus tesis, en las sociedades primitivas no existe división del trabajo, la conciencia es colectiva y la solidaridad entre los miembros es mecánica, en tanto que en las sociedades modernas existe una profunda división del trabajo, la conciencia colectiva es débil y la solidaridad es orgánica (Durkheim, 1893). Más tarde, Weber aborda el papel de los valores ético-religiosos en las acciones económicas de los actores y el papel de la racionalización en la organización burocrática de la sociedad (Weber, 1996), poniendo en claro que el puritanismo protestante fue instrumentalizado en la valoración de los comportamientos económicos eficientes de los actores de la producción, lo que desembocó en el estilo del desarrollo del capitalismo en determinados países occidentales (Weber, 1984).

El tema del valor social también ha sido objeto de estudio para los antropólogos. En los años treinta del siglo pasado, Mauss estudió el fenómeno del “don”, en el que puso de manifiesto tanto la forma como el contenido del intercambio de bienes de valor en sociedades tribales (Mauss, 1950). Para este autor, el intercambio de objetos y servicios consiste en la organización de relaciones sociales de reciprocidad (aunque ésta sea asimétrica¹) y el establecimiento de normas sobre el hecho de dar y recibir algo. En este sentido, el “don” es una relación antigua simultánea de valor social y económico que se expresa en cierto sentido y que hoy llamaríamos *valor social* o *capital social*. En un plano más económico, Douglas ha estudiado antropológicamente el consumo como la forma en que las mercancías representan series de significados que pueden ser interpretados por quienes hayan sido introducidos en sus códigos y sean capaces de compartirlos. En la perspectiva de Douglas, la comunicación codificada sobre los significados de las mercancías permite una elección racional, en tanto que las mercancías no tienen un valor intrínseco, pero es durante su uso mercantil que ocurre o no la creación del valor (Douglas e Isherwood, 1990).

En la actualidad, la noción de capital social tiene un doble empleo, dependiendo de quién la use. Los académicos la utilizan con fines

¹ Mauss se refiere al hecho colectivamente obligado que ocurre cuando una persona o grupo ofrece algo a una persona o grupo que lo recibe y se encuentra también colectivamente obligado (Mauss, 1950).

científicos para elucidar cierto tipo de relaciones económicas y sociales, mientras que las empresas y las dependencias financiadoras la usan con fines performativos y normativos para experimentar el despliegue de intereses de organización social y económica en los ámbitos de intercambio de demandas sociales por recursos financieros.

Desde la perspectiva académica, para Field, la idea central de capital social alude a la relación que se puede establecer entre el valor económico y la organización social, y más específicamente al entendimiento de la organización social como un activo de valor (Field, 2003),² mientras Putnam asimila la idea de organización social a la constitución de redes, en la cual la noción capital social indica que “las redes poseen valor, ante todo (...) y producen beneficios privados o internos” (Putnam, 2003: 13).

Como definición del capitalismo, la organización social puede entenderse como la manera en que los colectivos adquieren cohesión y sus miembros cooperan entre sí para alcanzar ventajas mutuas. En este sentido, las máximas para los miembros participantes significan que la colaboración con otros miembros genera ganancias y que la inversión en colaboración colectiva representa oportunidades de beneficio. “El capital social —escribe Putnam— son las redes sociales y las normas de reciprocidad asociadas a ellas, porque, al igual que el capital físico y humano (las herramientas y el conocimiento), crean valor, tanto individual como colectivo, y podemos ‘invertir’ en construir una red de relaciones” (Putnam, 2003: 14).

Para describir las características de la colaboración que rinde valor económico, los estudios sobre capital social han utilizado, solas o combinadas, las nociones de *confianza en la acción colectiva*, de *redes de acción colectiva* y de *normas de reciprocidad*. La noción de confianza en la acción colectiva es usada por Fox en su sociología industrial para referirse a la legitimidad pluralista, social y moral de la asimetría entre capital y trabajo asalariado (Fox, en Garza, 2003); es empleada por Fukuyama en

² De acuerdo con Putnam, el término *capital social* es acuñado por el activista Lyda Judson Hanifan en 1916 (Putnam, 2003), pero es hasta los años cincuenta que se vuelve a emplear en la sociología por John Seeley para resaltar el valor de las afiliaciones a clubes y asociaciones; en los sesenta es usado por Jane Jacobs para recalcar el valor de los vínculos informales de vecindad en las ciudades, y en los setenta es utilizado por Gleen C. Loury para poner de relieve los vínculos sociales de afroamericanos, etc. Por otro lado, Schultz (1961) y Becker (1964) emplearon a inicios de los años sesenta del siglo XX la noción de *capital humano*, con la intención de medir el valor de las habilidades de los trabajadores (Field, 2003).

la tesis del fin de la historia, en la que sugiere el ocaso de las ideologías en la conducción de los regímenes socioeconómicos y la imposición del liberalismo democrático pilotado por la economía liberal (Fukuyama, 1992). La noción de redes de acción colectiva (Schuller, Baron y Field, 2002) es empleada a mediados del siglo pasado por Barnes y desplegada posteriormente por numerosos sociólogos y antropólogos como redes institucionales (Barnes, 1954), como lo hicieron Bott (1990), al hablar sobre las redes sociales y familiares, y Burt, al hacerlo sobre la identificación de vacíos estructurales (Burt, 1992). Y finalmente la de normas de reciprocidad, que es capaz de engendrar valor económico a la gestión colectiva de bienes públicos (Ostrom y Ahn, 2003).

Desde la perspectiva performativa, la generalización del término *capital social* se debe, en parte, a su aplicación y extensión de los centros financieros internacionales a los contextos académicos. Al respecto, ha sido particularmente importante la acción del Banco Mundial (1998), que estandarizó su definición de capital social como “las instituciones, las relaciones, las actitudes y los valores que gobiernan las interacciones entre la gente y contribuyen al desarrollo económico y social”,³ que fue secundada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, por sus siglas en inglés) y la describió como las “redes junto con normas compartidas, valores y entendimiento que facilitan la cooperación dentro o entre grupos” (OECD, 2001).

³ En el texto financiado por el gobierno de Dinamarca y administrado por el Banco Mundial, las nociones de mayor influencia sobre el capital social son la elaborada por Putnam (Putnam 1993; Putnam *et al.*, 1993), que considera que “el capital social consiste de redes sociales (*networks of civic engagement*) y normas asociadas que tienen un efecto en la productividad de la comunidad, señalando que las redes y normas están empíricamente asociadas y que ellas tienen consecuencias económicas. (...) La segunda, elaborada por Coleman (1988), quien define el capital social como ‘una variedad de diferentes entidades, con dos elementos en común: todas ellas consisten de algún aspecto de la estructura social, y facilitan cierta acción de actores —sean actores personales o corporativos— dentro de la estructura’ (p. 598). [De acuerdo con los autores del informe] la más amplia visión de capital social incluye el ambiente social y político que forma la estructura social y permite el desarrollo de normas (...). Este concepto de capital social está relacionado con el tratamiento de firmas y otras organizaciones jerárquicas en la economía institucional, donde el objetivo de la organización está orientado para reducir al mínimo gastos de transacción (Williamson, 1985 y 1993)” (Banco Mundial, 1998: 8).

CAPITAL SOCIAL E INNOVACIÓN

Rosalba Casas y algunos de sus colegas han realizado una extensa revisión de trabajos relevantes que se refieren a la relación entre capital social e innovación, entre los cuales destacan el texto de Ostrom y Ahn en el que plantean que “una forma más importante de capital social, desde la perspectiva de la investigación y desarrollo, es la red de actores organizacionales en los niveles regional y nacional” (Ostrom y Ahn, 2003: 199-200, en Casas *et al.*, 2004.); el de Park (2001), que identifica los procesos de aprendizaje colectivo y redes de innovación y la promoción de redes locales y globales en cinco aspectos de las políticas para la promoción de la innovación y la competitividad regional; el de Fountain titulado “Social capital: A key enabler of innovation in science and technology” (1997), donde muestra cómo muchas firmas, industrias y regiones han establecido relaciones de colaboración productiva con laboratorios, universidades y gobiernos a nivel federal y estatal, con el objetivo de influir en los beneficios de la colaboración (Fountain, 1997, en Casas *et al.*, 2004); el de Powell, Koput, Smith-Doerr y Owen-Smith (1999) en el que argumentan que el *capital colaborativo* provee no sólo más y mejores recursos, sino que abre la posibilidad de combinar ideas, gente y recursos en nuevas formas; el de Florida, Cushing y Gates (2002) en el que muestran que el aliento de la diversidad y la apertura interna de las compañías atrae gente creativa y talentosa que mejora la colaboración innovadora (Florida, Cushing y Gates, 2002, en Casas *et al.*, 2004); el de Nielsen titulado “Social capital and the evaluation of innovation policies” (2003), en donde revisa estudios de caso empíricos e ilustra la relevancia política de las estrategias para mejorar la disponibilidad del capital social en los procesos de innovación mediante instrumentos adecuados (Nielsen, 2003, en Casas *et al.*, 2004); y finalmente el de Cooke y Wills (1999), que en su artículo “Small firms, social capital and the enhancement of business performance through innovation programmes” defienden la importancia de la oportunidad proporcionada a las firmas para vincularse a las redes de innovación externa y constituirse en un marco o base institucional para el aliento del capital social (Cooke y Wills, 1999, en Casas *et al.*, 2004).

En la revisión bibliográfica realizada por Casas y sus colegas es interesante constatar cómo coinciden autores tan distintos en una definición que retoma la metáfora de la dependencia del desempeño económico respecto al grado de innovación y de investigación y desarrollo tecnológico, y aplican a este último las categorías descriptivas del capital social.

De esta forma, Ostrom y Ahn (2003) plantean que el desempeño de las economías de mercado avanzadas depende en gran medida de la investigación y el desarrollo (I-D), que requieren esfuerzos coordinados entre los científicos y los ingenieros de un centro de investigación y los que están en los negocios, el gobierno y la academia; Park está convencido de que si se tomaran en consideración aspectos de política relacionados con las características del capital social cada región podría desarrollar su propio sistema de innovación regional; Fountain destaca que la contribución a la eficiencia institucional de las relaciones medidas en términos de desempeño económico y capacidad innovadora puede ser entendida como capital social; de modo circular, Powell, Koput, Smith-Doerr y Owen-Smith argumentan que el “capital colaborativo” es una variante del capital social y que éste conducirá a patentes y, por tanto, a la colaboración social; y finalmente, tras estudiar a una gran cantidad de firmas financiadas por programas en Dinamarca, Irlanda y Gales, Phillip Cooke y David Wills encuentran que el capital social construido estuvo asociado a negocios, alentando el conocimiento y el desempeño de innovación.

Desde la perspectiva del desempeño empresarial, autores como Laundry, Amara, Lamari, Tsai y Ghoshal coinciden en que las empresas ubicadas en comunidades o contextos con un considerable *stock* de capital social tienen una mayor capacidad de innovación, que se traduce en un nivel superior de innovación en los productos (Laundry, Amara y Lamari, 2002; Tsai y Ghoshal, 1998); Florida, Cushing y Gates plantean que “Cuando la gente pertenece a comunidades con altos niveles de capital social, ellos están bastante más deseosos para trabajar juntos y tomar oportunidades e ideas riesgosas” (Florida, Cushing y Gates, 2002, en Casas *et al.*, 2004). En estos estudios la argumentación sobre la capacidad de valorización del capital social en desempeños económicos ha alargado la cadena, señalando que el valor social se construye en la ubicación ambiental de las empresas (Laundry, Amara y Lamari,) o en el interior de la propia empresa (Florida, Cushing y Gates).

Las posiciones anteriores son muy deterministas, puesto que asumen que todo capital social desembocará inexorablemente en el desempeño empíricamente exitoso de la economía y las empresas, o bien asumen que toda experiencia de capital social es en sí misma exitosa, aunque no haya alcanzado a expresarse en elementos empíricos de éxito. Frente a estas posiciones deterministas del capital social como matriz del desempeño exitoso de la economía o de las empresas, en la investigación coordinada por Casas en torno al capital social y el desarrollo regional que ha

dado lugar a este artículo, se adopta una posición de apertura amplia a la caracterización específica y concreta del despliegue y la aplicación del capital social del siguiente modo:

(...) se busca identificar las interacciones que se promueven desde las instituciones académicas que realizan investigación (centros, institutos e instituciones de educación superior) así como las que se generan desde las empresas y sus procesos interactivos con otros sectores de la sociedad (gobierno, empresa y sector social). (...) Uno de los propósitos centrales en los que se inserta esta investigación es identificar qué elementos favorecen la configuración de redes que propician la generación y transferencia de conocimiento entre instituciones académicas y no académicas cuando éstas están ubicadas en el mismo espacio regional y/o focal. Asimismo, se discute en qué grado esta configuración de redes de conocimiento ha estimulado la formación de recursos humanos, la acumulación de capacidades científicas y tecnológicas y, más allá, la creación de sistemas de innovación regionales y/o locales (Casas *et al.*, 2003: 5).

Con esta caracterización como base, y con la idea de las redes socio-técnicas en que nos hemos inspirado en trabajos previos, consideramos que la configuración de redes de conocimiento consiste en la formulación de recursos humanos, la acumulación de capacidades tecno-científicas y el desarrollo de estructuras de innovación, pero también de los artefactos objeto de la innovación y de las instituciones en las que se inscriben las acciones sociales. Finalmente, partiendo de los conocimientos logrados en el proyecto sobre la innovación desde los centros universitarios de investigación,⁴ consideramos que es posible documentar la caracterización de los elementos identificados como capital social mediante la observación etnográfica.

CAPITAL COLABORATIVO Y ESCALA DE OBSERVACIÓN

Los estudios sobre el capital social han examinado las escalas de su observación. Así, para Putnam el capital social tiene el mérito de poder ser percibido en escalas que van de lo social a lo individual. Este último nivel es fundamentalmente la puesta en valor de los trabajos de Granovetter, que aprecia el estudio de la colaboración en el plano de la proximidad

⁴ Véase la primera nota a pie de página de este artículo, en donde se especifican los apoyos que recibió el proyecto.

de los contactos (Granovetter, 1973). Por otra parte, este mismo aspecto de los estudios de las relaciones individuales sobre el capital social ha sido mostrado por Ostrom y Ahn (2003) al caracterizar las dimensiones analíticas del capital social como minimalista, transicional y expansionista. La primera dimensión se encuentra en el nivel de las redes interpersonales (que corresponden a las relaciones familiares, vecinales y amistosas o comunitarias), en donde se favorece la conformación del bien personal y el compromiso comunitario. La transicional está en el nivel del capital social como un bien público (correspondiente a las instituciones públicas). Y la expansionista se localiza en el nivel de la organización macrosocial (corresponde a la sociedad en su conjunto). En este trabajo redujimos a la mínima escala nuestro estudio para hacerlo viable desde la óptica de la observación etnográfica.

En el estudio del proceso social de la innovación nos orientamos utilizando las perspectivas de la etnometodología y de la sociología del conocimiento científico, así como con la experiencia adquirida en nuestras propias investigaciones, según las cuales es posible abordar etnometodológicamente, como dicen Lynch y McNally, tópicos de la filosofía de la ciencia y la tecnología de un modo empírico.⁵ Siguiendo estas pautas, también consideramos posible tratar tópicos como el de la valorización social, derivada de la acción colaborativa de los colectivos que sustentan muchas de las acepciones de capital social empleadas por los estudiosos en el ámbito de la innovación tecnológica.

En el presente trabajo presentamos un contexto en el que los actores de la innovación tienen una fisonomía individual. Este nivel de acercamiento permite observar aspectos que en estudios en mayor escala no

⁵ De acuerdo con Michael Lynch y Ruth McNally, “La etnometodología es una aproximación sociológica a las prácticas cotidianas, la cual también estudia las prácticas rutinarias en las profesiones y ciencias. La sociología del conocimiento científico intenta tratar los métodos y hechos científicos actuales como cumplimientos/realizaciones sociales. Ambas aproximaciones investigan tópicos familiares de la filosofía de la ciencia, pero lo hacen en un modo empírico distinto. En vez de tratar la observación, la representación, la medición, el descubrimiento, la teoría, el método y la evidencia como abstracciones cognitivas o formas normativas, hacen un esfuerzo por examinar actividades históricas y situadas (...). Estos tópicos frecuentemente aparecen en discusiones epistemológicas, y los científicos los discuten en sus prácticas frecuentemente, y con varios grados de formalidad. De hecho, los científicos ponen estos tópicos en práctica. Observar, representar, medir y todo eso son actividades altamente especializadas en la ciencia, pero también tienen lugar en un amplio rango de prácticas profesionales y no profesionales” (Lynch y McNally, 2006: 16).

es posible apreciar o resultan superfluos. En particular, escogimos este enfoque considerando que es posible abordar las relaciones interpersonales comprometidas en temas como la colaboración, el aprendizaje y la innovación.

Ahora bien, con el término innovación nos atenemos, sólo en principio, a la definición clásica según la cual innovar consiste en que la investigación científico-tecnológica culmina cuando se pone en el mercado un producto (Schumpeter, 1978). Sin embargo, hay que recalcar que la definición schumpeteriana tiene un gran inconveniente epistemológico: al identificar a la empresa como el sujeto social de la innovación se aprisionan los procesos en una “caja negra” y la innovación se reduce a un discurso de *input and output*, de entrada de invenciones y salida de mercancías. En efecto, en la epistemología schumpeteriana no es posible dar cuenta de los procesos y las vicisitudes que ocurren en las investigaciones científico-tecnológico-innovativas, por lo que se pierde la posibilidad de conocer y explicar las acciones sociales que dan forma y función a los nuevos productos que han sido puestos en el mercado. Con la estrategia schumpeteriana se puede sancionar si un objeto es innovador por la asignación de un precio en el mercado, pero se pierde la riqueza analítica que proporciona el estudio del “proceso social de la innovación”. En el presente trabajo no escogimos de antemano el caso de una invención puesta en el mercado, al mejor estilo schumpeteriano, a la que se le da una narrativa sociológica; por el contrario, se trata de un estudio etnográfico de investigación tecnológica en un centro de investigación científico-tecnológica mexicano que nos brindó la posibilidad de dar cuenta de las vicisitudes socio-técnicas de la relación entre los actores como inventores y los inventos que se iban concretando.

El estudio de una innovación puede ejemplificar de modo realista las vicisitudes que tienen que pasar los actores para lograrla. Antes, debemos hacer dos aclaraciones: en primer lugar, que la identidad de los actores no se oculta gracias a la gentileza de los participantes, ya que aceptan que los hechos que se describen son reales y que las interpretaciones corresponden al autor del presente texto. En segundo lugar, que las acciones de las personas se llevan a cabo por decisión personal y, por lo tanto, individual, por lo que estas acciones corresponden, simultáneamente, a las personas y a los actores (personas-actores). Ambas características deben ser afrontadas desde una posición simétrica ante los actores que conocimos en esta investigación.

Debido a la escala del enfoque utilizado, el estudio puede presentar algunas situaciones extrañas para los estudios sobre la innovación y el capital social, como la posibilidad de seguir la formación de una red de colaboración y competencia mediante la relación que un actor establece de manera centralizada con diversos actores, como que el aprendizaje en la innovación no significa necesariamente el acompañamiento continuo a los actores de la innovación, sino que pasa por rupturas y acercamientos con terceros, como que una experiencia de innovación logra poner un producto en el mercado pero simultáneamente rompe la colaboración de los actores que la iniciaron.

En esta investigación realizamos un abordaje en escala y tiempo reales sobre las relaciones ciencia-tecnología-sociedad, lo que nos permitirá mostrar claramente la puesta en escena y la introducción social de un artefacto que no existía y la construcción de relaciones sociales reticulares igualmente inéditas.

COLABORACIÓN EN LA INNOVACIÓN DE LOS ANTIGRAFFITI

A continuación presentamos el proceso de construcción de una red de innovación que se desarrolló con la participación de una microindustria, una universidad pública nacional, una empresa mexicana transnacional y un producto antigraffiti. Para ello, adaptaremos el método de exposición que ensayamos en el estudio del mejoramiento genético del maíz y el trabajo de los agricultores que nos permitió dar cuenta de la construcción simultánea de colectivos y técnicas, por lo que la explicación del caso se realizará siguiendo la elaboración socio-técnica de la innovación (Arellano, 1999).

La detonación de la interacción universidad-empresa

La historia comienza en el 2000, cuando un profesor, en aquel momento responsable de la vinculación universidad-industria de la Universidad Autónoma de Querétaro, fungiendo como promotor de la innovación,⁶

⁶ Rubén Martínez, que, como actor de la vinculación, participa en esta historia de innovación.

reunió a un investigador universitario⁷ y a un empresario⁸ con el objetivo general de explorar las posibilidades de colaboración.⁹

Este acontecimiento fue muy importante, pues el promotor de la vinculación colocó en situación de colaboración para la innovación al investigador y al empresario. Si fuera necesario argumentar en favor de las relaciones interpersonales en la construcción de redes socio-técnicas, este caso sería ideal, pues el promotor, el investigador y el empresario operaban en la misma ciudad y esto fue muy importante, ya que la cercanía geográfica funcionó como sustrato para las posibilidades de los actos y los gestos tecnológicos.

Colaboración investigadores-empresario: la estancia de investigación de un empresario en un centro de investigación tecno-científica

El actor denominado *investigadores* se constituyó por dos académicos¹⁰ pertenecientes al Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA), dedicado al desarrollo de tecnología avanzada, que acordaron participar con el empresario y el promotor. Ambos investigadores son doctores y tienen especialización en ingeniería molecular de materiales, cuentan con un gran reconocimiento en su campo, en su institución universitaria, y pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores, donde tienen los más altos niveles. Los investigadores han venido realizando pesquisas en el desarrollo de polímeros, *composites* y materiales nanoestructurados y celulares. El CFATA está plenamente institucionalizado en la Universidad Nacional Autónoma de México desde hace más de 15 años y es un centro multidisciplinario de investigación científica aplicada que se encuentra en el Bajío mexicano.

Por su parte, el empresario fue formado profesionalmente en gestión y administración y ocupó durante algún tiempo el cargo de director ge-

⁷ El doctor Víctor Manuel Castaño Meneses, en aquel tiempo director del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA).

⁸ Licenciado Rodolfo Zanella Almanza, empresario.

⁹ En mi calidad de etnógrafo de la innovación, conducía el proyecto de investigación “Etnografía de la investigación en física aplicada en México: el caso de la Red Socio-técnica Asociada al Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada”, clave Conacyt: S41385.

¹⁰ Nos referimos al doctor Castaño Meneses y al doctor Rogelio Rodríguez Talavera, quien fungía como secretario académico del CFATA; se puede revisar en: <<http://www.fata.unam.mx>> [Consulta: 10 de febrero de 2008].

neral de una empresa familiar dedicada a los recubrimientos ubicada en el Bajío mexicano. Cuando comenzó a dirigir la empresa familiar inició la fabricación de pinturas a partir del conocimiento desarrollado por su padre y por él mismo.

La construcción de la colaboración entre los investigadores, el empresario y el promotor de la vinculación se experimenta en el momento que el promotor inicia la relación entre los otros dos actores, acompañándolos individual o colectivamente en algunas actividades de investigación y colaboración.

La interacción lograda entre los investigadores y el empresario fluyó rápidamente debido a que sus objetivos e intereses eran coincidentes. Los investigadores tenían como objetivo avanzar en sus indagaciones en la anticorrosión y en el desarrollo de *composites*, con el objetivo de dar a conocer los resultados de su investigación en el mundo académico; por su parte, el empresario avanzaba en su objetivo de generar nuevos recubrimientos y pinturas con el interés de obtener algún beneficio por su explotación.

Los cambios en la administración de la empresa le permitían al empresario dedicar cierto tiempo a la innovación. En ese momento, los investigadores invitaron al empresario a participar en un proyecto científico para indagar sobre *composites* y anticorrosivos en los laboratorios de ingeniería molecular. El empresario aceptó la invitación y se generó una rara colaboración en la que un empresario realiza una estancia en un laboratorio de investigación.

En términos clásicos, este tipo de colaboración podría ser llamada vinculación universidad-empresa, pero en nuestra descripción no es posible ni útil emplear estos términos. Concretamente, se trataba de una situación inédita a nivel nacional que podríamos presentar como que un empresario realiza una estancia académica en un laboratorio de investigación tecno-científica.

Antes de iniciar el desarrollo del antigraffiti, la colaboración entre los actores se desplegó en el campo de los *composites*¹¹ y los recubrimientos anticorrosivos. Este nivel de interacción incrementó el conocimiento mutuo de los actores y propició la apertura para la colaboración en el proyecto del antigraffiti.

¹¹ Véase <<http://www.invides.com.mx/anteriores/Agosto2002/htm/arroz.html>> [Consulta: 8 de agosto de 2008].

Desarrollo tecno-científico del antigraffiti

El impulso del antigraffiti tuvo dos momentos importantes: el de su construcción simbólica y empírica por parte del empresario y el de la elaboración tecno-científica con la colaboración empresario-investigadores. El antigraffiti de nuestro estudio se había construido simbólica y empíricamente por el empresario desde 1998, mucho antes de la estancia de investigación en los laboratorios de investigación tecno-científica.

Simbólicamente, el empresario consideraba el graffitismo como “un cáncer en la ciudad”, clasificándolo en su versión artística, vandálica, de reclamo social y política (entrevista, Zanella, 2004b). Artefactualmente, él aplicó su experiencia en la fabricación de pinturas vinílicas, acrílicas, epóxicas y de poliuretanos para fabricar un producto antigraffiti. En efecto, luego de algunas pruebas, el empresario logró un producto repelente a las pinturas empleadas en el graffitismo. El antigraffiti “estaba basado en sistemas de poliuretano de alto desempeño resistente al lavado y con baja adhesión de materiales” (entrevista, Zanella, 2003). Sin embargo, las materias primas empleadas eran importadas, lo cual encarecía el producto. De modo que luego de hacer el intento de vender el producto entre algunas empresas afectadas por el graffitismo,¹² el empresario pensó que el antigraffiti no tenía éxito comercial.

Ahora bien, la construcción tecno-científica del antigraffiti se inició cuando una autoridad universitaria consultó a las autoridades del CEATA sobre la posibilidad de desarrollar un producto para proteger el patrimonio universitario del graffitismo en el *campus*. La colaboración investigadores-empleado en otros proyectos hizo posible plantear el problema del antigraffiti, abriendo paso a la colaboración tecno-científica del producto. Hasta aquí, el antigraffiti, contaba con una primera elaboración material y comenzaba a ser considerado como un tema de desarrollo tecno-científico.

A principio de 2001, el empresario y los investigadores empezaron a trabajar de manera conjunta en el antigraffiti. Una de las primeras acciones consistió en buscar los productos existentes en el mercado para corroborar técnicamente su desempeño. El resultado fue que era factible desarrollar un antiadherente capaz de superar el desempeño de los

¹² El empresario se refiere sobre todo a la promoción en la compañía Teléfonos de México, que es afectada por el graffitismo en sus casetas telefónicas (entrevista, Zanella, 2004b).

productos ya existentes. En seguida, el equipo se propuso desplegar el proyecto antigraffiti con múltiples características: “el producto debía ser antiadherente, resistente al enjuague y al tallado, fácil de aplicar, duradero y de bajo costo” (Castaño, 2002; entrevista, Zanella, 2002).

Las investigaciones se extendieron por ocho meses; los trabajos se llevaron a cabo en el centro de investigación y los recursos materiales fueron proporcionados por ambas partes.¹³ El empresario contribuyó con el proyecto sustituyendo los materiales de alto costo o de difícil obtención en el nuevo producto, aportando el proceso de integración de los componentes, desarrollando los procesos industriales de elaboración y destinando recursos materiales y financieros en general. Los investigadores proporcionaron el sustento teórico generado de los avances en nanotecnología, prestaron las instalaciones del laboratorio del CFATA y aportaron los insumos y reactivos experimentales.

Al final de la investigación produjeron un nuevo antiadherente, logrando el “desarrollo de un recubrimiento antigraffiti de fácil limpieza y de alto desempeño”.¹⁴

Construyendo la identidad técnica y social del antigraffiti

La identidad del antigraffiti fue construida por el equipo empleando la semiótica, la historia, la ubicación social de los graffiteros, la definición técnica y la teoría de la innovación.

Así, el antigraffiti fue definido etimológicamente según el *Diccionario de autoridades*, de acuerdo con la palabra *graffiti* (plural de grafito), que significa “letreros o dibujos circunstanciales, generalmente agresivos y de protesta, trazados sobre una pared u otra superficie resistente”, que proviene de la palabra italiana *graffito*, y ésta del griego *grapho*, “escritura” (*El Universal*, 1 de enero de 2004).¹⁵

En la reconstrucción de su historia, los científicos y el empresario nos recuerdan que “se sabe que [los graffiti] aparecían, de la noche a la mañana, en los muros de la antigua Roma para repudiar alguna medida

¹³ Mediante un convenio, una empresa de adhesivos proporcionó resinas experimentales.

¹⁴ Véase <<http://www.fata.unam.mx/directorio.jsp?1=1DataForYou=Yes&operation=search>> [Consulta: 8 de agosto de 2008].

¹⁵ Véase <http://www2.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id_nota=32911&tabla=cultura> “Pesadilla de graffiteros” [Consulta: 12 de marzo de 2011].

gubernamental o hacer mofa de algún personaje público”.¹⁶ En los sesenta, en pleno siglo XX se utilizaron para reforzar la lucha estudiantil en París, hasta llegar a Nueva York a establecerse como fenómeno graffiti.¹⁷

Los graffiteros fueron ubicados socialmente del siguiente modo:

Los graffiti *hip hop* son mensajes-objeto narcisistas, con referencias al arte y el delito organizado, a la moda y la contracultura. Quienes los hacen de noche, en forma clandestina y vandálica, buscan una emoción extrema al enfrentar y burlar a las autoridades. Cerca de 20 por ciento de las fachadas y los espacios públicos del DF, incluidos importantes inmuebles del patrimonio histórico, son rayados por graffiteros. Quinientos mil adolescentes y jóvenes se dedican sistemáticamente a rayar paredes y espacios públicos en el DF. Dociientos mil lo hacen de manera compulsiva e incontrolable. Entre 12 y 18 años tienen quienes producen la mayor parte de los graffiti *hip hop* en muros y transportes de la ciudad de México. Desde unos cuantos segundos y minutos hasta dos, tres o cuatro horas puede tardar un graffitero en producirlos (Adela Hernández y Gloria Hernández, Seminario de Grafiti del Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM. *El Universal*, 1 de enero de 2004).

La definición técnica rezaba que: “El recubrimiento antigraffiti (*sic*) creado en la universidad es hidrofílico (acepta el agua) y a la vez hidrofóbico (la rechaza). Cuando es aplicado y se seca, sus componentes moleculares se separan. Su función hidrofílica consiste en adherir la pintura al muro, y la hidrofóbica en impedir la entrada de la pintura usada por los graffiteros (*sic*), que escurre como una gota de agua sobre teflón”.¹⁸

Este antigraffiti resultó una innovación tanto de producto como de proceso, y fue expresado por el empresario del siguiente modo:

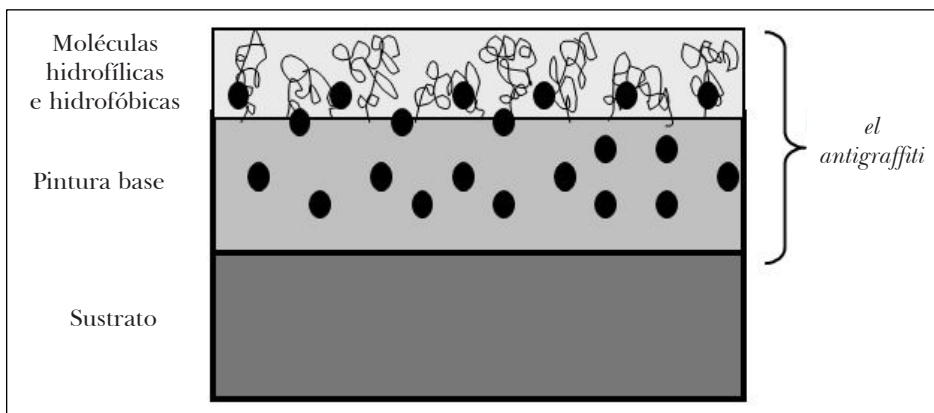
La diferencia importante fue que se hizo una mejor distribución de la parte molecular; se manejaron los aditivos que se habían estado usando, se reformularon, se usaron sistemas de materiales para hacer una alianza química mucho más fuerte y poder usar menos cantidades de material; al hacer más

¹⁶ Sitio *web* del periódico *El Universal*: <<http://fata.unam.mx/documents/ElUniversalOnline.htm>> [Consulta: 14 de febrero de 2008].

¹⁷ Los jóvenes dedicados a hacer graffiti reconocen más la influencia estadounidense, en donde la llamada cultura *hip hop* de los años setenta en el barrio del Bronx, Nueva York, se expresaba contra la guerra de Vietnam. La expresión artística del *hip hop* es como sigue: “the Disk Jockey, the microphone, the Break Boy y the Writer”, que hacen alusión a la música, el canto, el baile y al *tag* y al graffiti, respectivamente.

¹⁸ Véase <<http://www.invdes.com.mx/antiores/Agosto2002/htm/arroz.html>> [Consulta: 8 de agosto de 2008].

FIGURA 1
DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL ANTIGRAFFITI



Fuente: Castaño, 2001.

dura la película, se logró que el recubrimiento soportara más lavadas (entrevista, Zanella, 2004b).

El equipo de trabajo definió su desempeño técnico del siguiente modo:

Es tan eficaz que repele la pintura de agua y aceite, la acrílica, la crayola, la tinta, el yeso, la cera... Y se puede aplicar en superficies de ladrillo, piedra, metal y vidrio. (...), la fácil limpieza no es su única cualidad, es también de larga vida y libre de mantenimiento. Cuenta con diversos colores, o bien uno transparente, según las necesidades; repele además la grasa y suciedad conservando la mejor imagen.¹⁹

En la prensa de la época se destacaba que “al combinar propiedades de los cerámicos y los polímeros, el antigraffiti repele los elementos que contienen tanto agua como aceites. Por esa razón puede utilizarse también en quirófanos de hospitales, para impedir que se manchen de sangre; o en cocinas industriales, para evitar que se les pegue el cochambre” (*El Universal*, 1 de enero de 2004).

En general, las características promocionales otorgadas por sus creadores consistieron en definirlo como una pintura que puede aplicarse en materiales convencionales, como ladrillo, piedra y metal, con los que

¹⁹ Véase <<http://www.fata.unam.mx/documents/EIUniversalOnline.htm>> [Consulta: 3 de marzo de 2008].

se construye casi todo tipo de habitaciones; además de éstos, el vidrio se presenta como cuarto material a cubrir, lo que es algo novedoso debido a que en los grandes conglomerados urbanos los altos edificios llenos de ventanales proliferan y al ser recubiertos se facilita su limpieza y se otorga mayor seguridad a los trabajadores que realizan dichas tareas; podemos incluso ir más lejos y pensar en invernaderos, vitrales y candiles.

Para construir su identidad fue importante otorgarle el nombre comercial Deletum 3000, y el registro de la marca a nombre de la universidad sede de las investigaciones.²⁰ Desde luego, la identidad del antigraffiti se iría reconstruyendo a lo largo de la historia, pero fue durante la investigación que le dio origen que se le proporcionaron las características definitorias.

El antigraffiti adquiriría una identidad vinculante como resultado de la colaboración entre la industria y la universidad, la cual se haría evidente más adelante con la presentación política y mediática del producto.

El nacimiento oficial

Hasta aquí, el antigraffiti tenía una vida enclaustrada en los laboratorios universitario-empresariales, pero su introducción en el mundo ampliado debía traspasar las fronteras de “investigación y desarrollo” y ser reconocido por otros colectivos. Cuando el antigraffiti estuvo concluido técnicamente en el seno del CFATA, quedó listo para ser introducido al mercado a través de los medios de comunicación.

Se trataba del final del desarrollo técnico del antigraffiti y del inicio de la capitalización por los representantes universitarios, en términos de política universitaria. El rector de la UNAM podría realizar la capitalización del antiadherente de pinturas ante los otros poderes públicos, dando cuenta del desempeño universitario al ofrecer objetos tecnológicos útiles a la sociedad, resaltando la capacidad universitaria de colaborar en la industria nacional.

A finales de 2001, el entonces rector de la UNAM, Juan Ramón de la Fuente, acompañado del gobernador del estado de Querétaro, de los científicos del CFATA y del empresario (figura 2) hizo la presentación

²⁰ Véase <<http://www.fata.unam.mx/documents/EIUniversalOnline.htm>> [Consulta: 3 de agosto de 2008].

FIGURA 2
PRESENTACIÓN DEL ANTIGRAFFITI



Fuente: <<http://www.invdes.com.mx/antiores/Enero 2002/htm/pintura.htm>> [Consulta: 20 de febrero de 2008].

oficial, que fue cubierta por casi sesenta medios de comunicación, entre impresos, televisivos y radiofónicos (Jiménez, 2005).²¹

En esa ocasión, el rector señaló la necesidad de impulsar la vinculación con la industria y “sostuvo que todavía hay voces que cuestionan el uso de recursos para la investigación en las instituciones de educación superior. Sin embargo, señaló, el trabajo de los académicos universitarios es capaz de desarrollar un producto como este recubrimiento, que seguramente tendrá gran demanda nacional e internacional” (Piccato, 2001: 19; González, 2001: 52). En el mismo acto, el director del CFATA insistió en las cualidades del producto, pues “no elimina lo ya pintado pero sí los nuevos grafos. Si alguien raya la superficie recubierta se puede esperar tranquilamente a que sea diluido por el paso del tiempo, pero si acaso la imagen llegara a ser totalmente insultante a la vista, se puede limpiar con un pañuelo

²¹ La Coordinación de Investigación Científica reporta en 2004 que “La pintura antigraffiti, desarrollada en el CFATA, ha sido objeto de noticias en diferentes medios nacionales e internacionales. Destacan los artículos en los siguientes diarios: *The Economist* (Londres), *Der Spiegel* (Alemania), *Science World* (Estados Unidos), *Hot Science* (National Geographic, Estados Unidos), *El Universal*, *Reforma* y otros” (CIC, 2004: 217).

FIGURA 3
OBSERVANDO LOS RESULTADOS DEL ANTIGRAFFITI



Fuente: <<http://www.ribajio.com/experiencia.htm>> [Consulta: 23 de marzo de 2011].

desechable (figura 3), como en su momento hiciera el rector de la universidad, lavarla o utilizar una cinta adhesiva” (entrevista, Castaño, 2004).

La incubadora de empresas y la construcción del mercado antigraffiti

Al presentar el antigraffiti, el rector mencionó que la propiedad intelectual del Deletum 3000 pertenecía a la universidad, que firmaría un convenio con la empresa para determinar el monto de las regalías por la explotación comercial del producto. Este arreglo tomó la forma de una incubadora de empresas en la que, operativamente, los investigadores y el empresario acordaron usufructuar de manera compartida el nuevo producto mediante la figura del secreto industrial. La sede de la incubación correspondió al CFATA y la instancia incubada sería una nueva empresa, Recubrimientos Industriales del Bajío (RIB),²² que permitiera darle espacio legal a la comercialización del producto.²³

²² Véase <<http://www.ribajio.com>> [Consulta: 12 de marzo de 2011].

²³ El doctor Castaño declara en agosto de 2001: “Este desarrollo lo hicimos de manera conjunta con una empresa queretana, Pinturas del Bajío [nombre de la anterior empresa que dirigía el licenciado Zanella], que está en proceso de hacer el escalamiento

Así, se desplegó una estrategia para construir el mercado. Para desarrollar la oferta se impartieron cursos a unos 400 potenciales distribuidores del producto en diversas ciudades del país,²⁴ se realizó la demostración del antigraffiti y se iniciaron conversaciones con diversas empresas, entre ellas el Sistema de Transporte Colectivo (Metro) del Distrito Federal. La demanda se manifestó en correos electrónicos solicitando información acerca del producto, provenientes de países tan distantes como Alemania, Holanda, Dinamarca y España, y de la misma región del Bajío. Una académica del centro de investigación registró el gran interés por el antigraffiti debido a que el teléfono no dejaba de sonar y le planteaban preguntas como el lugar de aplicación, el tipo de acabados y las superficies donde se podría aplicar (Estévez, 2004). Por su parte, el empresario también recibió múltiples llamadas (entrevista, Zanella, 2003). En realidad, la demanda expresada fue prácticamente virtual, pues sólo se vendieron pequeños lotes (entrevista, Zanella, 2003).

El ambiente de trabajo y las experiencias de ese momento fueron muy positivos. Un investigador explicaba la experiencia del trabajo conjunto como una “simbiosis” apropiada (entrevista, Rodríguez, 2004), en tanto que el empresario la evocaba como una “sinergia impresionante” (entrevista, Zanella, 2004a). Con estos resultados, se tiene que aceptar que los estudiosos del capital social y de los flujos de conocimiento tienen razón cuando hacen énfasis en la importancia de las relaciones *cara a cara* y de la cercanía en la construcción de relaciones y redes. Pero las malas relaciones también se dan en esta escala con mayor evidencia.

Luego del entusiasmo por la demanda inicial recibida, las impresiones de los actores cambiaron. Los investigadores consideraban que faltaba mercadotecnia y publicidad para que el proyecto no muriera, pero que eso no les competía, dada su condición de investigadores. Por su parte, el empresario consideraba que se trataba de un éxito, pues si bien él no poseía el fundamento teórico del producto, conociendo el proceso de formulación él mismo ganaba prestigio al trabajar con la universidad en el manejo de la llamada nanotecnología.

para comercializarla. Ellos esperan que en dos o tres meses, antes de que finalice el año 2001, puedan estar comercializando esta pintura” (Castaño, 2001, en Alfonso Casillas, *Tu Comunidad*, UNAM. Disponible en: <http://www.tucomunidad.unam.mx/Files%20HTML/polimeros_entrevista.htm> [Consulta: 12 de marzo de 2011].

²⁴ En estos cursos participaron tanto investigadores del centro como el propio empresario.

El resultado fue que no se creó el mercado real entre la oferta²⁵ y la demanda, pues las llamadas telefónicas no se tradujeron en pedidos que demandaran la fabricación comercial del producto. Luego de algunos meses de vida de la incubadora, el empresario y los investigadores negociaron un estatuto distribuido en el que a la empresa se le reconocían los créditos de colaboración con la universidad en el desarrollo del Deletum 3000 y a la UNAM se le reconocía la propiedad intelectual del producto.

La capitalización de la red por una multinacional de pinturas

A finales de 2003, un nuevo actor, la empresa multinacional de pinturas Comex (EMPC),²⁶ entra en escena para intentar introducir el producto al mercado nacional. La EMPC se interesó en adquirir el Deletum 3000 desde que uno de sus funcionarios asistió a la presentación pública del antigraffiti y pudo apreciar las cualidades técnicas del producto, pero tuvieron que pasar dos años para que venciera el contrato (enero de 2004) entre la UNAM y RIB y se abriera la posibilidad de renegociar la situación de los actores sociales vinculados al producto. Este último actor de la historia tiene 50 años en el mercado nacional de pinturas y su capacidad financiera le permitiría adquirir los derechos sobre el producto, pero, ¿qué era el Deletum en ese momento? Para los especialistas en el tema, existen innovaciones de producto y de proceso, y es claro que las innovaciones de producto son en sí mismas de proceso. Éste es el caso que nos ocupa y con el que la EMPC va a confrontarse.

El desarrollo del antigraffiti tiene toda la forma de una innovación. En este caso tenemos una invención que no obedece a las clásicas divisiones de los especialistas de la innovación, pues desde cierta perspectiva hubo una innovación incremental puesto que los ingredientes de origen habían sido precedentemente innovados. Pero al mismo tiempo se innovó la asociación de los ingredientes en la nueva formulación que dio origen a un producto inédito (figura 1).²⁷

²⁵ El empresario estimaba que la capacidad instalada permitía producir 1,200 litros diarios, cantidad no muy significativa pero suficiente para iniciar la venta a nivel nacional (entrevista, Zanella, 2002).

²⁶ Véase <[http://www.comex.com.mx/Ecomex/contenidos.nsf/\(\\$DocTos\)/F5A01EC8E82DFB2186256C8D005F9E51?opendocument](http://www.comex.com.mx/Ecomex/contenidos.nsf/($DocTos)/F5A01EC8E82DFB2186256C8D005F9E51?opendocument)> [Consulta: 8 de agosto de 2008].

²⁷ En enero de 2002, el doctor Castaño aclara el alcance innovador de esta tecnología: “este tipo de pinturas antigraffiti existen a nivel internacional desde hace algunos años, la tecnología desarrollada en el IF-UNAM cuenta con varias características que

El antigraffiti de nuestro caso tenía una dificultad histórica para su explotación. La escisión empresa/centro de investigación expresaba socialmente la escisión técnica entre formulación y fórmula; lo que significa, en otras palabras, que el empresario controlaba el método de elaboración del producto, las proporciones adecuadas y el método de su fabricación, mientras que los científicos controlaban la explicación erudita de la fórmula.

A la EMPC no le interesaba una discusión conceptual sobre la innovación, pero era crucial reconocer que estaba constituida por dos elementos y que su explotación comercial debía pasar por la integración en una sola técnica que reuniera la tecnología en innovación de producto y su correspondiente proceso de elaboración.

Para que la EMPC pudiese capitalizar los beneficios técnicos de Deletum 3000 debía acortar las diferencias cognoscitivas surgidas previamente entre el empresario y los científicos comprando la fórmula y el *saber hacer* del antigraffiti. Pero estos giros técnicos tenían también una dificultad institucional, pues Comex debía no sólo comprar efectivamente la fórmula y la formulación, sino rehacer la red de relaciones institucionales previamente elaborada entre los investigadores y el empresario. Por un lado, la multinacional tenía que desconectar al empresario de su estatuto de persona moral (empresa incubada) para reposicionarlo como persona física, reconociéndolo como innovador independiente que desde los laboratorios es capaz de desarrollar empíricamente recubrimientos antigraffiti; y, por otro, reconocer en la universidad a la poseedora de los derechos de explotación del antigraffiti y reposicionar su capacidad de convenir desarrollos tecnológicos y comprarle legítimamente la fórmula del antigraffiti.

Estas acciones las logra Comex licenciando la “Marca Registrada Deletum 3000 Antigraffiti al Consorcio Comex®, S.A. de C.V.”²⁸ y “vende Ribajio® a Comex® tecnología antigraffiti Deletum 3000, bajo licencia de la UNAM”²⁹ formulación a RIB. Una vez hechos los arreglos requeridos, la EMPC comienza a publicitar “Antigraffiti Deletum 3000. Una innovación tecnológica contra el graffiti y las pintas, próximamente en tus tiendas

deben resaltarse. Se trata de tecnología mexicana y su precio es tan accesible como el de cualquier pintura de buena calidad” (Castaño, 2002).

²⁸ Véase <[http://www.comex.com.mx/Ecomex/contenidos.nsf/\(\\$DocTos\)/ABBDBE23DD37ABA586256FC60068AC76?opendocument](http://www.comex.com.mx/Ecomex/contenidos.nsf/($DocTos)/ABBDBE23DD37ABA586256FC60068AC76?opendocument)> [Consulta: 8 de agosto de 2008].

²⁹ Véase en la sección “Experiencia” de Recubrimientos Industriales del Bajío la hoja <<http://www.ribajio.com/experiencia.htm>> [Consulta: 12 de marzo de 2011].

Comex”³⁰ y logra introducir al mercado nacional desde 2004 Deletum 3000 en sus puntos de venta.

NEGOCIACIÓN DE LA RED DE INNOVACIÓN ANTIGRAFFITI

La EMPC logró conciliar las diferencias entre los investigadores y el empresario e integrar la fórmula y la formulación del antigraffiti, obteniendo beneficios de sus cualidades técnicas, otorgadas por sus diseñadores. Actualmente mantiene relaciones con los investigadores y el empresario y juntos trabajan en el desarrollo de un producto antigraffiti de nueva generación que le permita a la empresa entrar al mercado europeo.³¹

El centro de investigación pudo incrementar su presencia como entidad capaz de realizar sus objetivos y cumplir con su misión³² de ofrecer rendimientos científico-tecnológicos a las empresas mexicanas, de construirse una imagen pública como “uno de los más productivos del país desde el punto de vista académico (...) al privilegiar la inventiva que constantemente genera desarrollos tecnológicos novedosos que le han valido reconocimientos internacionales” (InvDes, 2002)³³ y recibir el reconocimiento de su institución como un centro que “tiene un sinnúmero de

³⁰ Véase <[http://www.comex.com.mx/Ecomex/contenidos.nsf/\(\\$DocTos\)/F5A01EC8E82DFB2186256C8D005F9E51?opendocument](http://www.comex.com.mx/Ecomex/contenidos.nsf/($DocTos)/F5A01EC8E82DFB2186256C8D005F9E51?opendocument)> [Consulta: 8 de agosto de 2008].

³¹ La doctora Miriam Rocío Estévez comenta que “además, el antigraffiti ha mejorado de forma notable. La versión anterior, Deletum 3000, ya comercializada, tenía una base solvente, recordó. El Deletum 5000, más reciente, es de base agua. No sólo tiene cualidades mejoradas, sino la ventaja de que no se difunden solventes orgánicos que contaminen la atmósfera, por lo que se espera una gran acogida de esta nueva tecnología. (...) De modo adicional, el Deletum 5000, ‘amigable’ con el ambiente, es más resistente a la abrasión, ya que contiene nanopartículas de óxido de silicio” (Estévez, 2007).

³² Definición del Centro: “El CFATA es un centro multidisciplinario, perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, con líneas de investigación agrupadas en los departamentos de Nanotecnología e Ingeniería Molecular de Materiales. Este centro fue creado con la intención de resolver problemas de carácter tecnológico, pero con fundamento en ciencia básica”. Disponible en: <<http://www.fata.unam.mx>> [Consulta: 10 de febrero de 2008]. Misión del CFATA: “Nos hemos planteado contribuir activamente al enriquecimiento de la ciencia y la tecnología en el ámbito de la UNAM (...) promover el desarrollo regional y nacional a través de la formación de recursos humanos, la difusión del conocimiento científico y tecnológico y la colaboración con centros educativos de la localidad”. Disponible en: <<http://www.fata.unam.mx>> [Consulta: 10 de febrero de 2008].

³³ Véase <<http://www.invdes.com.mx/antiores/Agosto2002/htm/arroz.html>> [Consulta: 8 de agosto de 2008].

FIGURA 4
PRODUCTO ANTIGRAFFITI COMERCIALIZADO



Fuente: <<http://www.comex.com.mx>> [Consulta: 8 de junio de 2009].

desarrollos tecnológicos muy importantes que pueden ser aprovechados por empresarios mexicanos para poder desarrollarlos, invertir en ellos y generar nuevos productos que puedan ser de beneficio para la sociedad y además para hacer una cosa muy importante en este país, que es generar empleos.” (Drucker, 2004). Asimismo, los investigadores responsables pudieron convertir el antigrffiti en un tema de investigación que pudo presentarse públicamente en reuniones científicas como antigrffiti nanotecnológico (Rodríguez, 2004).³⁴

El empresario conservó un margen de maniobra tecnológica debido al control de la manufactura del producto y del *saber hacer* en recubrimientos, pudo recuperar los costos de sus investigaciones y algunas de sus inversiones y ahora se promueve así: “Debido a la experiencia de más de 20 años que se tiene en el mercado de recubrimientos y las alianzas tecnológicas con instituciones de investigación, RIB ha podido incursionar en el desarrollo de productos de punta como el antigrffiti e híbridos

³⁴ Véase <http://www.nano.unam.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=43&Itemid=33&lang=en> [Consulta: 11 de marzo de 2011].

anticorrosivos, empleando tecnologías con nanopartículas que han impactado a nivel mundial” (Zanella, 2011).³⁵

El antigraffiti Deletum 3000 vendido por Comex (figura 4) se convirtió en un caso de colaboración entre industria y universidad, industria e industria, con ganancias por su explotación técnica. Le proporcionó también difusión a la universidad en su área de investigación, le atrajo financiamientos externos y le dio legitimación al trabajo que ha venido desarrollando desde hace mucho tiempo, como la nanotecnología y los recubrimientos anticorrosión. Asimismo, a las autoridades universitarias les permitió presentar a la universidad pública como una institución de interés público y ha servido para crear una barrera socio-técnica, entre dueños o administradores de superficies en vía pública, contra el graffitismo.

A pesar de sus diferencias, los actores lograron tejer una red de innovación antigraffiti de impacto en el mercado nacional. Esta red socio-técnica consistió en la construcción de un objeto y, simultáneamente, la edificación de un entorno social y económico.

REFLEXIONES FINALES

En este texto abordamos la relación entre innovación y colaboración socio-técnica, encuadrada en las discusiones del valor social del capital colaborativo y del capital social y en la observación etnográfica del trabajo de un grupo de investigación en física aplicada.

Observamos que la noción de valor social derivada de la acción de los colectivos es antigua, multidisciplinaria y polisémica. Según el escenario empleado, tiene un desempeño académico y normativo y su contenido se despliega en otras categorías, como confianza, reciprocidad, acción reticular e interacción social. La idea de valor social ha sido instrumentada por acreedores financieros internacionales en el intercambio crediticio por compromisos de colaboración entre los deudores. Cuando la categoría *capital social* ha sido empleada en los estudios sobre la innovación, su contenido ha sido, en ocasiones, determinista y normativo, si se considera que cualquier capital colaborativo determina desempeños exitosos tanto en el campo económico como en el empresarial. Por el contrario, en este trabajo se ha tratado de identificar y caracterizar las interacciones que

³⁵ Véase <<http://www.ribajio.com/experiencia.htm>> [Consulta: 12 de marzo de 2011].

ocurren entre las instituciones de investigación y las empresas a propósito de los procesos sociales de innovación.

En este estudio no planteamos *a priori* una opinión positiva o negativa del capital colaborativo, ni asumimos de manera determinista que los participantes en una red logran aprovechar las competencias mediante procesos interactivos. No consideramos automáticamente que la participación reticular permite la sinergia de competencias y la coincidencia de intereses entre actores de ciertos campos del conocimiento y ciertas ramas productivas; tampoco supusimos que en la construcción de capital social los actores avanzan más rápidamente y encuentran beneficios mutuos. A nuestro juicio, todas estas opiniones debían ser tratadas como hipótesis de investigación, pues la acción de los actores no está al margen de los intereses particulares correspondientes a la identidad de cada actor y del vínculo que se pretende otorgar a los artefactos que están constituyendo en grupo. Por ejemplo, ¿qué vale más? ¿La escritura erudita de la fórmula de un producto o el saber hacer de una mezcla obtenida empíricamente pero que funciona realmente como la definición de la acción del producto? Dependiendo de la respuesta que cada actor da a estas interrogantes, se construye una red semántica del valor de la contribución, aunque en la vida de la innovación no hubiese sido posible realizar la técnica sin su ensamble y colaboración.

En este trabajo no adoptamos una posición optimista o pesimista sobre la colaboración social; reforzamos, más bien, la idea de que la colaboración social pasa por la observación y el análisis de las relaciones interpersonales comprometidas con la colaboración, con el aprendizaje, y que no puede entenderse sin la mediación de los artefactos. Mantuvimos un interés en el estudio del proceso social de la innovación en lugar de juzgar de manera schumpeteriana el éxito de una invención que alcanzó a influir en el mercado.

De las diversas escalas de estudio del capital social, en el presente trabajo descendimos a una de fisonomía individual para apreciar las relaciones interpersonales comprometidas en la colaboración, el aprendizaje y la innovación. Un enfoque procesal como el que realizamos nos permitió abordar el “proceso social de la innovación”, dando cuenta del valor de la colaboración entre los actores interesados en desarrollar la investigación científico-tecnológica que culminó con la introducción de un producto al mercado y el aprendizaje de los actores, que permanece como valor socio-técnico.

En la escala de nuestro enfoque, pudimos seguir la formación de una red de colaboración y competencia mediante la relación que un actor establece centralizadamente con actores disímbolos; el aprendizaje de rupturas y acercamientos de los actores y el logro de colocar un producto en el mercado, a pesar de las diferencias de los actores.

De acuerdo con los planteamientos de nuestra investigación, identificamos que las interacciones universidad-empresa que se promovieron desde las instituciones académicas que realizan investigación no fueron propiamente las detonadoras de los procesos que aquí se analizaron, que la parte empresarial fue la que echó a andar la iniciativa y culminó con la investigación y puesta en el mercado del antigraffiti. La historia que presentamos y analizamos se refiere al encuentro entre investigadores con una intensa actividad científico-tecnológica y un empresario de gran actividad innovadora. Hay que reconocer que la configuración de la red que propició la generación y transferencia de conocimiento fue posible por el contenido mismo de la innovación, la cercanía espacial entre la empresa y el centro de investigación y la coincidencia temática entre los investigadores y el empresario.

En nuestro caso, pudimos observar que las relaciones entre los participantes sociales están en permanente reorganización, partiendo de su interacción con el objeto en construcción, pero en ésta existe una historia plena de acercamientos, de confianza y desempeño técnico (cuando se escribió y afinó la fórmula y la formulación del antigraffiti entre investigadores y empresario), pero los acercamientos los logra un tercer actor (cuando el producto es introducido al mercado nacional por la EMPC).

Por su parte, las autoridades universitarias tomaron decisiones para presentar una imagen de universidad que responde a las demandas sociales. La reflexión que obtenemos de esta historia es que la política de investigación debería ser flexible a la casuística y al análisis de las redes socio-técnicas que cada invención pone en escena.

Los resultados de este trabajo permiten apreciar la puesta en valor de la colaboración real, conflictiva y cambiante, que sucede entre acercamientos, rupturas y, nuevamente, acercamientos entre los actores interesados en desarrollar la investigación científico-tecnológica que culmina con la introducción de un producto al mercado.

En esta investigación realizamos un abordaje en escala y tiempo reales sobre las relaciones ciencia-tecnología-sociedad, lo que nos ha permitido mostrar claramente la introducción de un artefacto que no existía en esta

red y en la que los actores iniciales siguen presentes, aunque con una configuración distinta.

Ha sido interesante apreciar la colaboración en un plano minimalista que, con un puñado de personas, ha tenido efectos maximalistas, con lo que el antigraffiti se ha comercializado a escala nacional. De la misma manera que el contenido tecnológico del antigraffiti se mantiene como secreto industrial, el monto de las ganancias que la EMPC obtiene por la venta del producto se mantienen bajo reserva. Esto no impide establecer una economía social del producto, en el sentido de señalar que el valor de la colaboración socio-técnica ha sido el de poner en el mercado un producto inédito y que el antigraffiti es el eje de articulación social de los colectivos vinculados.

Sólo resta por ver el acercamiento o el alejamiento de otros actores con respecto al antigraffiti, como los consumidores interesados en poner una película del producto sobre sus superficies para aislarlas de pintas no deseables y de los graffiteros, que tienen ante sí un nuevo desafío a su capacidad expresiva. En ellos radicará la generación, destrucción o simplemente relativización del valor de toda esta historia de colaboración antigraffiti.

Las competencias de los actores en las investigaciones en física aplicada, enfocadas al descubrimiento de materiales nanohíbridos, y particularmente de recubrimientos cerámico-polímeros de utilidad en la corrosión y adherencia de pinturas empleadas en el graffitismo, son particulares y esto significa que la historia que hemos ilustrado no sucede, necesariamente, de modo similar en otros sectores de la tecnología. Habrá que ser cautelosos con la extrapolación de la acción de los actores de la innovación de este caso, pues es probable que con actores diferentes los patrones de comportamiento sean distintos. Pero esos casos servirán para ilustrar otros aspectos del proceso social de la innovación, tarea analítica aún en ciernes en nuestros estudios sociales sobre la tecno-ciencia.

BIBLIOGRAFÍA

- ARELLANO HERNÁNDEZ, Antonio (1999). “La producción social de objetos técnicos agrícolas: la hibridación del maíz de los agricultores de los valles altos de México”. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- BANCO MUNDIAL (1998). “The initiative of defining, monitoring and measuring social capital. Overview and program description. Social capital initiative”. Documento de trabajo, núm. 1, Washington, D.C., abril.
- BARNES, J.A. (1954) “Class and committees in a Norwegian Island Parish”. *Human Relations*, 7: 39-58.
- BECKER, G.S. (1964). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis*. Nueva York: National Bureau of Economic Research.
- BOTT, Elizabeth (1990), *Familia y red social. Roles, normas y relaciones externas en las familias urbanas corrientes*. Madrid: Taurus.
- BURT, Robert (1992). *Structural Holes: The Social Structure of Competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- CASAS, Rosalba, J. Dettmer y J. Sampere (2003). “Redes de conocimiento y aprendizaje interactivo: el papel del capital social en el desarrollo regional y/o local”. Esquema del marco analítico. Proyecto PAPIIT.
- CASAS, Rosalba, J. Dettmer y J. Sampere (2004). “El proyecto ‘Redes de conocimiento y aprendizaje interactivo: el papel del capital social en el desarrollo regional y/o local’”. Notas para una reflexión conceptual y definición de una propuesta analítica. Documento interno de trabajo.
- CASILLAS, Alfonso (2001). “Graffiti o antigraffitismo. Polímeros. Algunas aplicaciones”. Entrevista al doctor Víctor Manuel Castaño Meneses, jefe del Departamento de Física Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto de Física. *Tu Comunidad UNAM*. Disponible en: <http://www.tucomunidad.unam.mx/Files%20HTML/polimeros_entrevista.htm> [Consulta: 12 de marzo de 2011].
- CASTAÑO MENESES, Víctor Manuel (2001). “Ciencia en la cotidianeidad”. Presentación PowerPoint.

- CASTAÑO MENESES, Víctor Manuel (2002). “Científicos de la UNAM crean pintura antigraffiti”. *Investigación y Desarrollo. Periodismo de Ciencia y Tecnología*. Disponible en: <<http://www.invdes.com.mx/anteriores/Enero2002/htm/pintura.html>> [Consulta: 8 de agosto de 2008].
- COLEMAN, J.S. (1988). “Social capital in the creation of human capital”. *American Journal of Sociology*, 94: 95-120.
- COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, CIC (2004). *Ciencia. Estrategias de desarrollo del subsistema de la investigación científica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- DOUGLAS, Mary y Baron Isherwood (1990). *El mundo de los bienes: hacia una antropología del consumo*. México. Grijalbo.
- DRUCKER COLÍN, René (2004). “Intervención del coordinador de Investigación Científica de la UNAM, en representación del rector Juan Ramón de la Fuente, en el segundo informe del Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada.
- DURKHEIM, Émile (1967). *La división del trabajo social* [1893]. Buenos Aires: Shapire.
- ESTÉVEZ, Miriam Rocío (2007). “Buscan en la UNAM nuevos recubrimientos contra hielo en los aviones”. Disponible en: <http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2007/2007_285.html> [Consulta: 10 de mayo de 2007].
- FIELD, John (2003). *Social Capital*. Londres: Routledge.
- FOUNTAIN, Jane E. (1997). “Social capital: A key enabler of innovation in science and technology”. En *Investing in Innovation: Toward a Consensus Strategy for Federal Technology Policy*, ed. por L.M. Branscomb y J. Keller. Cambridge, MA: The MIT Press.
- FUKUYAMA, Francis (1992). *El fin de la historia y el último hombre*. Buenos Aires: Planeta.
- GARZA TOLEDO, Enrique de la (2003). “El papel del concepto de trabajo en la teoría social del siglo XX”. En *Tratado latinoamericano de sociología del trabajo*, coordinado por Enrique de la Garza Toledo. México: El Colegio de México/Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales/Universidad Autónoma Metropolitana/Fondo de Cultura Económica.

- GONZÁLEZ ANAYA, Alejandro (2001). “Recubrimiento hecho en la UNAM evitará graffiti”. *La Jornada*, 1 de diciembre, p. 52.
- GRANOVETTER, M. (1973). “The strength of weak ties”. *American Journal of Sociology*, vol. 78, núm. 6, mayo: 1360-1380.
- INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO. PERIODISMO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, InvDes (2002). Disponible en: <<http://www.invdes.com.mx/antteriores/Agosto2002/htm/arroz.html>> [Consulta: 8 de agosto de 2008].
- JIMÉNEZ CARBAJAL, Marycarmen (2005). “El conflicto social mediado por la tecnología: científicos, recubrimientos repelentes y graffiteros”. Tesis de licenciatura en ciencias políticas. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- LAUNDRY, R., N. Amara y M. Lamari (2002). “Does social capital determine innovation? To what extent?” *Technological Forecasting and Social Change*, 69: 681-701.
- LYNCH, Michael, y Ruth McNally (2006). “Encadenando a un monstruo: La producción de representaciones en un campo impuro”. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, año 13, núm. 42: 15-45.
- MAUSS, Marcel (1950). *Sociologie et anthropologie*. París: Quadrige/Presses Universitaires de France.
- MARX, Karl (1978). *Contribución a la crítica de la economía política*. México: Ediciones Quinto Sol.
- NIELSEN, Klaus (2003). “Social capital and the evaluation of innovations policies”. *International Journal of Technology Management*, vol. 26, núm. 2-4.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, OECD (2001). *The Well-being of Nations: the Role of Human and Social Capital*. París: OECD.
- OSTROM, Elinor, y Ahn Toh-Kyeong (2003). “Una perspectiva del capital social desde las ciencias sociales: capital social y acción colectiva”. *Revista Mexicana de Sociología*, año LXV, núm. 1, enero-marzo: 155-233.
- PARK, Sam-Ock (2001). “Regional innovations strategies in the knowledge-based economy”. *GeoJournal*, vol. 53, núm. 1: 29-38.

- PICCATO, Antonio (2001). "En breve se comercializará la pintura antigraffiti elaborada por universitarios". *Gaceta UNAM. Órgano Informativo de la Universidad Nacional Autónoma de México*, núm. 3 506, 3 de diciembre, p. 12.
- POWELL, Walter W., Kenneth W. Koput, Laurel Smith-Doerr y Jason Owen-Smith (1999). "Network position and firm performance: Organizational returns to collaboration in the biotechnology industry". *Research in the Sociology of Organizations*, vol. 15: 129-160.
- PUTNAM, R.D. (1993) "The prosperous community: Social capital and public life". *The American Prospect*, 4.13: 11-18.
- PUTNAM, R.D., y K.A. Gross (2003). "Introducción". En *El declive del capital social. Un estudio internacional sobre las sociedades y el sentido comunitario*, ed. por R. Putnam. Barcelona: Círculo de Lectores.
- RODRÍGUEZ TALAVERA, Rogelio (2004). "Antigraffiti nanotecnológico". Primera Reunión Nano: UNAM, 29 de abril.
- SCHULTZ, T.W. (1961). "Investment in human capital". *American Economic Review*, 51: 1-17.
- SCHUMPETER, Joseph A. (1978). *Teoría del desenvolvimiento económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- SCHULLER, Tom, Stephen Baron y John Field (2002). "Social capital: A review and critique". En *Social Capital. Critical Perspectives*, ed. Stephen Baron, John Field y Tom Schuller. Oxford: Oxford University Press.
- TSAI, Wenpin, y Sumantra Ghoshal (1998). "Social capital and value creation: The role of intrafirm networks". *Academy of Management Journal*, vol. 41, núm. 4: 464-476.
- WEBER, Max (1984). *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*. México: Premia.
- WILLIAMSON, Oliver E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism*. Londres. Free Press.
- WILLIAMSON, Oliver E. (1993). "Calculativeness, trust and economic organization". *Journal of Law and Economics*, 34: 453-502.

ZANELLA ALMANZA, Rodolfo (2011). “Experiencia de Recubrimientos Industriales del Bajío”. Disponible en: <<http://www.ribajio.com/experiencia.htm>> [Consulta: 12 de marzo de 2011].

SITIOS WEB

CENTRO DE FÍSICA APLICADA Y TECNOLOGÍA AVANZADA: <<http://www.fata.unam.mx/>> [Consulta: 10 de febrero de 2008].

CENTRO DE FÍSICA APLICADA Y TECNOLOGÍA AVANZADA, CFATA: <<http://www.fata.unam.mx/directorio.jsp?1=1DataForYou=Yes&operation=search>> [Consulta: 8 de agosto de 2008].

CENTRO DE FÍSICA APLICADA Y TECNOLOGÍA AVANZADA: <<http://www.fata.unam.mx/documents/ElUniversalOnline.htm>> [Consulta: 3 de agosto de 2008].

COMEX: <<http://www.comexcom.mx>> [Consulta: 8 de junio de 2009].

COMEX: <[http://www.comex.com.mx/EComex/contenidos.nsf/\(\\$DocTos\)/F5A01EC8E82DFB2186256C8D005F9E51?opendocument](http://www.comex.com.mx/EComex/contenidos.nsf/($DocTos)/F5A01EC8E82DFB2186256C8D005F9E51?opendocument)> [Consulta: 8 de agosto de 2008].

COMEX: <[http://www.comex.com.mx/EComex/contenidos.nsf/\(\\$DocTos\)/ABBDBE23DD37ABA586256FC60068AC76?opendocument](http://www.comex.com.mx/EComex/contenidos.nsf/($DocTos)/ABBDBE23DD37ABA586256FC60068AC76?opendocument)> [Consulta: 8 de agosto de 2008].

DIRECCIÓN GENERAL DE ATENCIÓN A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA: <http://www.tucomunidad.unam.mx/Files%20HTML/polimeros_entrevista.htm> [Consulta: 12 de marzo de 2011].

EL UNIVERSAL: <<http://fata.unam.mx/documents/ElUniversalOnline.htm>> [Consulta: 14 de febrero de 2008].

EL UNIVERSAL (2004). “La pesadilla de los graffiteros”. *El Universal on Line*. Disponible en: <<http://www.fata.unam.mx:8080/documents/ElUniversalOnline.htm>> [Consulta: 8 de agosto de 2008].

EL UNIVERSAL: <http://www2.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id_nota=32911&tabla=cultura> [Consulta: 12 de marzo de 2011].

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO. PERIODISMO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
<<http://www.invdes.com.mx/antiores/Enero2002/htm/pintura.html>>
[Consulta: 8 de agosto de 2008].

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO. PERIODISMO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
<<http://www.invdes.com.mx/antiores/Agosto2002/htm/arroz.html>>
[Consulta: 8 de agosto de 2008].

RECUBRIMIENTOS INDUSTRIALES DEL BAJÍO: <<http://www.ribajio.com/>>
[Consulta: 12 de marzo de 2011].

RECUBRIMIENTOS INDUSTRIALES DEL BAJÍO: <<http://www.ribajio.com/experiencia.htm>> [Consulta: 12 de marzo de 2011].

RED DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN NANOCIENCIAS: <http://www.nano.unam.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=43&Itemid=33&lang=en> [Consulta: 11 de marzo de 2011].

ENTREVISTAS

CASTAÑO MENESES, Víctor Manuel (2004). Entrevista realizada por Antonio Arellano Hernández.

ESTÉVEZ, Miriam Rocío (2004). Entrevista realizada por Marycarmen Jiménez Carbajal.

RODRÍGUEZ, J.R. (2004). Entrevista realizada por Marycarmen Jiménez Carbajal y Rubén Martínez.

ZANELLA ALMANZA, Rodolfo (2002). Entrevista realizada por Antonio Arellano Hernández y Rubén Martínez.

ZANELLA ALMANZA, Rodolfo (2003). Entrevista realizada por Antonio Arellano Hernández.

ZANELLA ALMANZA, Rodolfo (2004a). Entrevista realizada por Marycarmen Jiménez Carbajal y Rubén Martínez.

ZANELLA ALMANZA, Rodolfo (2004b). Entrevista realizada por Rubén Martínez.

Recibido: 22 de marzo de 2011.

Aceptado: 14 de noviembre de 2011.